

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-159492

(43)Date of publication of application : 25.06.1993

(51)Int.Cl.

G11B 21/10

(21)Application number : 03-317867

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 02.12.1991

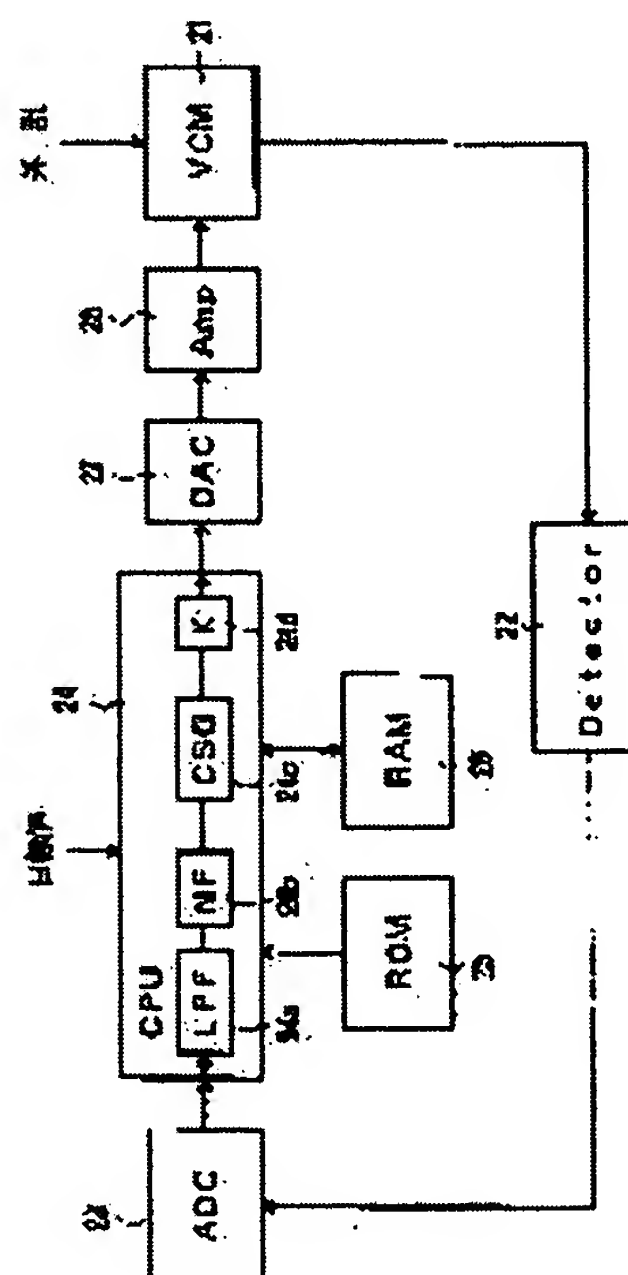
(72)Inventor : SASAMOTO TATSURO  
NAGASAKA YOSHIYUKI

## (54) ACTUATOR CONTROLLER FOR MAGNETIC DISK DEVICE AND METHOD FOR CORRECTING ACTUATOR CHARACTERISTIC

(57)Abstract:

PURPOSE: To eliminate resonance and to surely and accurately control the operation of magnetic head by correcting some constants based on the measured value of the individual characteristic at every product.

CONSTITUTION: A signal detecting the operation of a magnetic head driving means VCM 21 by a detecting means 22 is inputted to a digital control means 24 through an ADC 23. After only a lower frequency signal than a set frequency is passed through by a low pass filter 24a, the resonance amplitude of a resonance frequency is attenuated individually by a notch filter 24b and a control signal is generated to the output signal with a control signal generating means 24c by prescribed operation. A gain is adjusted by multiplying an adjusting coefficient to the control signal in a gain adjusting means 24. Thus, an actuator is controlled by the corrected control signal adjusting the characteristic individually at every product at the time of controlling and a resonance area is eliminated and the gain of the control signal is not deviate from a set target and the operation of the driving means of the magnetic head is controlled surely and accurately.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

BEST AVAILABLE COPY

特開平5-159492

(43)公開日 平成5年(1993)6月25日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 1 1 B 21/10

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

R 8425-5D

W 8425-5D

審査請求 未請求 請求項の数3(全16頁)

(21)出願番号 特願平3-317867

(22)出願日 平成3年(1991)12月2日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 笹本 達郎

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72)発明者 長坂 吉之

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 土橋 皓

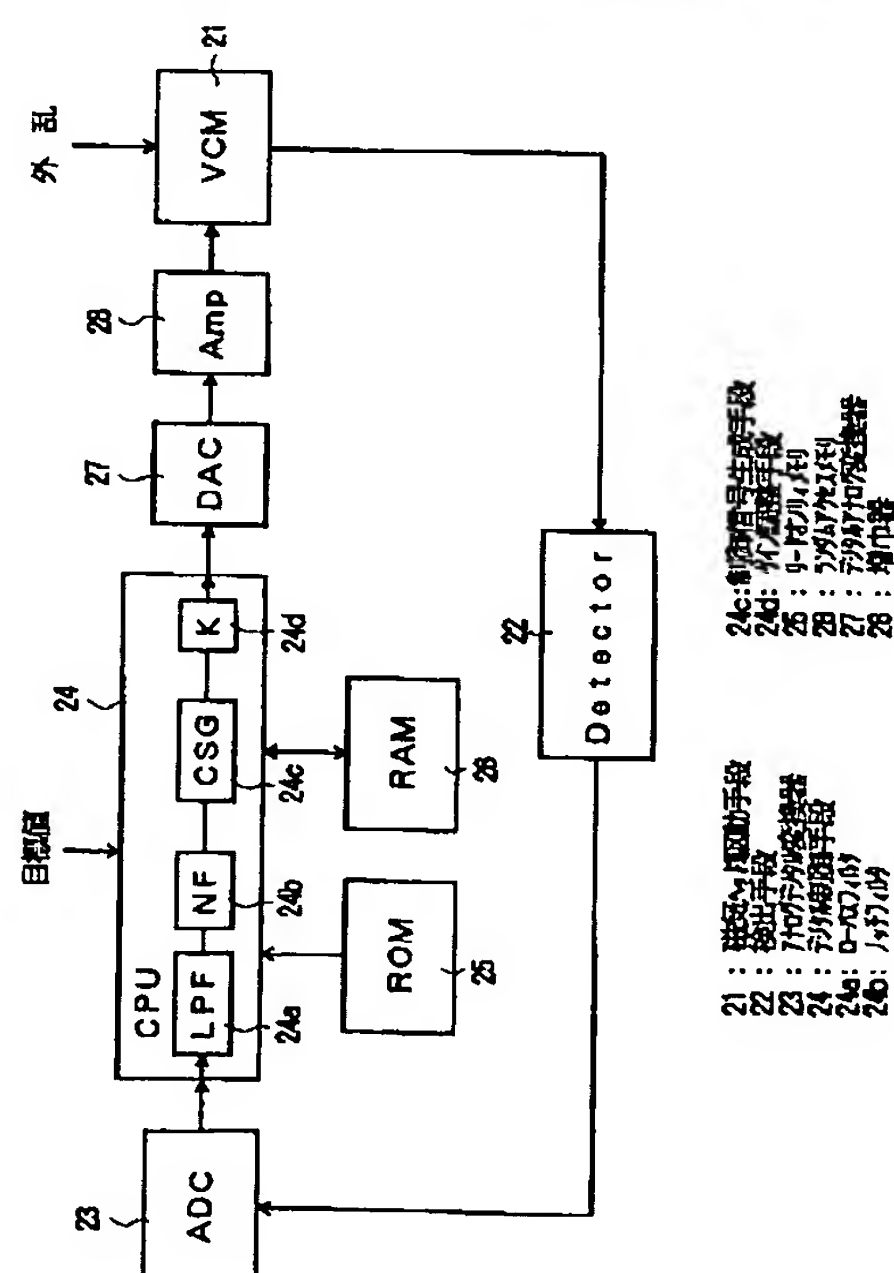
(54)【発明の名称】 磁気ディスク装置のアクチュエータ制御装置およびアクチュエータ特性補正方法

## (57)【要約】

【目的】 磁気ディスク上の特定トラックにヘッドを位置させるアクチュエータを制御する磁気ディスク装置のアクチュエータ制御装置およびアクチュエータ特性補正方法に関し、製品の完成時において、製品毎の特性を個別に測定し、その測定値に基づき諸定数を補正させ、共振周波数域を除去させることができるようにすることを目的とする。

【構成】 デジタル制御手段24には、ある一定の周波よりも低い周波数の信号のみを通過させるようにしたローパスフィルタ24aと、特定の周波における共振振幅を減衰させるノッチフィルタ24bと、制御に必要な計算を実行して制御信号を生成する制御信号生成手段24cと、制御の全周波数域におけるゲイン調整を実行するゲイン調整手段24fとを具備させるように構成する。

本発明によるアクチュエータ制御装置を示す原理構成図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁気ヘッド駆動手段(21)と、  
該磁気ヘッド駆動手段(21)の動作を検出する検出手段(22)と、

アナログデジタル変換器(23)を介して入力された前記検出手段(22)の出力信号に基づき、リードオンリメモリ(25)に格納された処理手順に従いランダムアクセスメモリ(26)のデータを用いて目標値に到達させる制御信号を生成し出力するデジタル制御手段(24)とを備え、

該デジタル制御手段(24)の出力信号をデジタルアナログ変換器(27)を介してアナログ信号に変換し、増幅器(28)によって増幅させた信号により前記磁気ヘッド駆動手段(21)を補正動作させるアクチュエータ制御装置において、

前記デジタル制御手段(24)には、ある一定の周波よりも低い周波数の信号のみを通過させるようにしたローパスフィルタ(24a)と、

特定の周波における共振振幅を減衰させるノッチフィルタ(24b)と、

制御に必要な計算を実行して制御信号を生成する制御信号生成手段(24c)と、

制御の全周波数域におけるゲイン調整を実行するゲイン調整手段(24d)とを具備させたことを特徴とする磁気ディスク装置のアクチュエータ制御装置。

【請求項2】 磁気ヘッド駆動手段(21)と、該磁気ヘッド駆動手段(21)の動作を検出する検出手段(22)と、該検出手段(22)の出力信号およびランダムアクセスメモリ(26)のデータに基づき目標値に到達させる制御信号を生成して出力するデジタル制御手段(24)とを備え、該デジタル制御手段(24)の出力信号に基づき前記磁気ヘッド駆動手段(21)を補正動作させるアクチュエータ制御装置において、

前記磁気ヘッド駆動手段(21)がオントラック中に前記デジタル制御手段(24)がサイン波を発生し(st1)、

設定間隔で最大設定周波数までポジション振幅を読み込み(st2)、

読み込まれたデータに基づきピーク値を算出して、そのピーク値が示す周波数におけるノッチフィルタ係数を計算し(st3)、

計算したノッチフィルタ係数をランダムアクセスメモリ(26)に格納してノッチフィルタ係数の内容を新しい値に置き換え(st6)、

以後の制御信号の生成には新しいノッチフィルタ係数を用いることを特徴とするアクチュエータ特性補正方法。

【請求項3】 前記読み込まれたデータに基づきゼロクロス周波数における調整係数(K)を計算し(st5)、計算した調整係数(K)をランダムアクセスメモリ(26)に格納して調整係数Kの内容を新しい値に置き換え

(st6)、

以後の制御信号の生成後のゲイン調整に対して新しい調整係数(K)を用いることを特徴とする請求項2記載のアクチュエータ特性補正方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は磁気ディスク上の特定トラックにヘッドを位置させるアクチュエータを制御する磁気ディスク装置のアクチュエータ制御装置およびアクチュエータ特性補正方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 磁気ディスク装置は、図9に示すように、回転する円板(磁気ディスク)1の放射方向にヘッド2を移動させて目的の位置をシークさせる。ヘッド2の移動にはアーム3の基部に設けたアクチュエータ部としてのVCM(ボイスコイルモータ)4を動作させてアーム3を揺動させることにより行う。

【0003】 VCM4の制御部では、図10の自動制御系ブロック線図に示すように、位置の修正に必要な制御量としてヘッド2の変位を出力するものとする、その変位を与えるVCM等の制御対象4が外乱の影響による目標変位からはずれることを検出部5によって検出させ、(合流点6で)目標値と検出値との比較偏差が出され、その結果をDSP(デジタルシグナルプロセッサ)あるいはMPU(マイクロプロセッシングユニット)等からなる調整部7により操作信号に変換され、その信号に基づきPA(パワーアンプ)等からなる操作部8によって必要な操作量としての電圧値あるいは電流値に増幅して出力させ、(合流点9から)その時点における外乱の入力に抗して操作対象4の修正動作をさせる。

【0004】 このようなフィードバック制御における調整部7では、図11に示すように、位置信号(POSITION)を、2次のローパスフィルタ( $A_2(s)$ )11によって高周波成分を除去し、2次のノッチフィルタ( $A_N(s)$ )12によって特定の共振域を除去し、位置積分演算器( $A_s/s=1/(\tau_i s)$ )13、位置比例演算器( $A_x=1$ )14、位置微分演算器( $A_v s=\tau_d s$ )15からの結果を求めて、それらの加算値 $G=A_x + A_s/s + A_v s$ を伝達関数とするPID(比例積分微分)制御を行う。

【0005】 調整部7から出力される制御信号Gは、製品ごとの品質のばらつき、または温度、経時変化等の使用環境の違い等により変動する。例えば、VCM4のオープンループ特性を周波数(f)に対するゲイン(gain)のグラフ(図12)により示すと、ある特定の周波数域(図中では1か所、通常は複数箇所)で共振し、その周波数域でゲインの値が異常に突出するようになる。この周波数域ではヘッドが停止すべき位置に達しても振動して止まらなくなるので、2チャンネルFFT(高速フーリエ変換器)などの測定器を外部に接続し、一定

周波数毎に測定を繰り返してオープンループ特性を求め、共振周波数域において逆特性の入力を与えて強制的に減衰させ、共振をあらかじめ除去するようにローパスフィルタ 1 1 およびノッチフィルタ 1 2 などの特性を規定している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 上記従来の技術においては、調整部 7 が変動に対する余裕を大きくとった変更不能な専用回路として構成されているため、品質のばらつき、使用環境の違い等による変動に対してパラメータの補正ができないため、共振域があったとしても十分に除去できないという問題点があった。

【0007】 本発明は、従来の技術における前記問題点を解消するためのものであり、そのための課題は、製品の完成時において、製品毎の特性を個別に測定し、その測定値に基づき諸定数を補正させ、共振周波数域を除去させた磁気ディスク装置のアクチュエータ制御装置およびアクチュエータ特性補正方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明は前記課題を達成できるようにするため、図 1 に示すアクチュエータ制御装置および、図 2 に示すようなアクチュエータ特性補正方法を構成する。

【0009】 ここに、磁気ディスク装置のアクチュエータ制御装置においては、磁気ヘッド駆動手段 2 1 と、該磁気ヘッド駆動手段 2 1 の動作を検出する検出手段 2 2 と、アナログデジタル変換器 2 3 を介して入力された前記検出手段 2 2 の出力信号に基づき、リードオンリメモリ 2 5 に格納された処理手順に従いランダムアクセスメモリ 2 6 のデータを用いて目標値に到達させる制御信号を生成し出力するデジタル制御手段 2 4 とを備え、該デジタル制御手段 2 4 の出力信号をデジタルアナログ変換器 2 7 を介してアナログ信号に変換し、増幅器 2 8 によって増幅させた信号により前記磁気ヘッド駆動手段 2 1 を補正動作させるアクチュエータ制御装置において、前記デジタル制御手段 2 4 には、ある一定の周波よりも低い周波数の信号のみを通過させるようにしたローパスフィルタ 2 4 a と、特定の周波における共振振幅を減衰させるノッチフィルタ 2 4 b と、制御に必要な計算を実行して制御信号を生成する制御信号生成手段 2 4 c と、制御の全周波数域におけるゲイン調整を実行するゲイン調整手段 2 4 d とを具備させたことを特徴とする。

【0010】 また、アクチュエータ特性補正方法においては、磁気ヘッド駆動手段 2 1 と、該磁気ヘッド駆動手段 2 1 の動作を検出する検出手段 2 2 と、前記検出手段 2 2 の出力信号およびランダムアクセスメモリ 2 6 のデータに基づき目標値に到達させる制御信号を生成して出力するデジタル制御手段 2 4 とを備え、該デジタル制御手段 2 4 の出力信号に基づき前記磁気ヘッド駆動手段 2 1 を補正動作させるアクチュエータ制御装置において、

前記磁気ヘッド駆動手段 2 1 がオントラック中に前記デジタル制御手段 2 4 がサイン波を発生し (st 1)、設定間隔で最大設定周波数までポジション振幅を読み込み

(st 2)、読み込まれたデータに基づきピーク値を算出して、そのピーク値が示す周波数におけるノッチフィルタ係数を計算し (st 3)、計算したノッチフィルタ係数をランダムアクセスメモリ 2 6 に格納してノッチフィルタ係数の内容を新しい値に置き換え (st 6)、以後の制御信号の生成には新しいノッチフィルタ係数を用いることを特徴とする。

【0011】 さらにまた、アクチュエータ特性補正方法においては、前記読み込まれたデータに基づきゼロクロス周波数における調整係数 K を計算し (st 5)、計算した調整係数 K をランダムアクセスメモリ 2 6 に格納して調整係数 K の内容を新しい値に置き換え (st 6)、以後の制御信号の生成後のゲイン調整に対して新しい調整係数 K を用いることを特徴とする。

【0012】

【作用】 このように構成したことにより、アクチュエータ制御装置を適用すると、デジタル制御手段 2 4 では、入力された信号をローパスフィルタ 2 4 a により設定された周波よりも低い周波数の信号のみ通過させ、ローパスフィルタ 2 4 a を通過した信号についてノッチフィルタ 2 4 b によって共振する周波における共振振幅を減衰させ、ノッチフィルタ 2 4 b の出力信号に対して制御信号生成手段 2 4 c が演算を実行して制御信号を生成し、ゲイン調整手段 2 4 f が制御信号に調整係数 K を掛けてゲイン調整して、製品毎の特性を個別に調整された補正済みのアクチュエータ制御信号を出力させる。

【0013】 また、アクチュエータ特性補正方法の適用では、製品の完成時における製品毎の個別補正時に、磁気ヘッド駆動手段 2 1 をオントラックさせ、デジタル制御手段 2 4 によってサイン波を発生し、設定間隔で最大設定周波数までの制御信号におけるゲインのポジション振幅を読み込み、読み込まれたデータに基づきゲインのピーク値を算出して、そのピーク値が示す周波数におけるノッチフィルタ係数を計算し、その計算したノッチフィルタ係数を以後の制御信号の生成に使用する新しいノッチフィルタ係数として、ランダムアクセスメモリ 2 6 の内容を置き換え、制御時にノッチフィルタ 2 4 b を通過する信号を用いて制御信号を生成することによって、制御範囲内に発生する共振を解消させたアクチュエータ制御信号を出力させる。

【0014】 さらにまた、アクチュエータ特性補正方法の適用においては、前記読み込まれたデータに基づきゼロクロス周波数における調整係数 K を計算し、計算された調整係数 K をランダムアクセスメモリ 2 6 に格納して調整係数 K の内容を新しい値に置き換え、制御時の制御信号の生成には新しい調整係数 K を用いたゲイン調整をおこなって、制御範囲全域にわたってゲイン調整された



アクチュエータ制御信号を出力させる。

【0015】

【実施例】本発明における以下の実施例ではアクチュエータ制御系をデジタル制御装置として構成し、ノッチフィルタの係数をあらかじめ自動補正する場合について説明する。

【0016】図3は一実施例におけるアクチュエータ制御系の構成を示す図である。ここに、31は、アクチュエータ部であって、磁気ディスク装置ではボイスコイルモータ（VCM）のことである。32は自動利得制御回路（AGC）である。33は位置検出回路で、自動利得制御回路32でゲイン調整された信号に基づきアクチュエータ機構の位置情報および速度情報を求める。34はADC（アナログデジタル変換回路）で、位置検出回路33の出力信号をデジタル信号に変換する。

【0017】35は、CPU（中央処理装置）あるいはDSP（デジタルシグナルプロセッサ）からなる制御装\*

$$Y_n = a_0 \times X_n + a_1 \times X_{n-1} + a_2 \times X_{n-2} - b_1 \times Y_{n-1} - b_2 \times Y_{n-2}$$

・・・(1)

を用い、各係数 $a_0$ 、 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $b_1$ 、 $b_2$ をRAM 35bから読み出して計算させ、製品毎に異なる品質のばらつき、温度や経時変化等による使用環境などの違いによって変動することに起因して生じる、ローパスフィルタ41で除去できない、アクチュエータの共振を除去する。

【0020】43は位置積分演算器（ $A_s / s = 1 / (\tau_i s)$ ）、44は位置比例演算器（ $A_x = 1$ ）、45は位置微分演算器（ $A_v s = \tau_d s$ ）であって、デジタル演算器である点を除けば従来と同じ仕様の演算器である。46はゲイン調整演算器で、位置比例演算器44、位置積分演算器43および位置微分演算器45の出力を加算した関数値 $G^* = (A_x + A_s / s + A_v s)$ に、調整係数Kを掛けた関数値 $G = K G^* = K (A_x + A_s / s + A_v s)$ を、サーボループにおける機構部品の加工精度や温度、経時変化等による使用条件の変化を調整させたボイスコイルモータに対するPID制御のデジタル制御信号として出力する。

【0021】この実施例におけるノッチフィルタ42の処理で使用される係数 $a_0$ 、 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $b_1$ 、 $b_2$ の決定手順は、図6に示す。まず、あるシリンダにヘッド2をオントラックさせる（ステップ51）、その後に制御装置35からサイン波を発生して（ステップ52）、オープンループ特性を見出すためのデータとしてポジション振幅を読み込ませ（ステップ53）、そのデータ読み込み周波数 $f$ が設定最高値 $F_{max}$ （図示例は $F_{max} = 10 \text{ kHz}$ ）に達したかチェックする（ステップ54）。設定最高値 $F_{max}$ はサンプリング周波数の逆数を上限とし、この範囲で不要に高い周波数まで処理を続けずに済む値を経験的に設定する。

【0022】データ読み込み周波数 $f$ が設定最高値 $F_{max}$

\*置で、ROM（読出し専用記憶装置）35aから制御プログラムや計算式などの必要な制御情報を読み出し、RAM（ランダムアクセスメモリ）35bからフィルタ係数などの諸データを読み出して、ADC34の出力信号に基づき必要な制御信号を生成し、出力する。

【0018】36は、DAC（デジタルアナログ変換回路）で、制御装置35の出力信号をアナログ信号に変換する。37はAmp（増幅回路）でDAC36の出力信号をアクチュエータ部31の駆動電圧に増幅して出力する。

【0019】図4は、制御装置35におけるアクチュエータ制御ブロック線図である。ここに、41はローパスフィルタで、デジタルフィルタである点を除けば従来と同じ仕様のフィルタである。42はノッチフィルタで、図5に示すサンプリング順序の入力信号 $X_{n-2}$ 、 $X_{n-1}$ 、 $X_n$ と出力信号 $Y_{n-2}$ 、 $Y_{n-1}$ とから、出力信号 $Y_n$ を、差分方程式

に達していなければ、増加単位（図示例は $100 \text{ Hz}$ ）をその周波数 $f$ に加算して新たなデータ読み込み周波数 $f$ とし（ステップ55）、ステップ52へ戻り、このデータ読み込みサイクルを設定最高値 $F_{max}$ に達するまで繰り返す。データ読み込み周波数 $f$ が設定最高値 $F_{max}$ に達すると、オープンループ特性のデータを基にして共振域におけるピーク値を算出する。そして、ノッチフィルタ処理における差分方程式の係数 $a_0$ 、 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $b_1$ 、 $b_2$ を、ピークを示す周波数における値についてZ変換の公式を用いて計算するか、または、あらかじめ微小単位（例えば $100 \text{ Hz}$ 単位）で計算しておいた係数についてテーブル形式で記憶させておいたものを参照し補間することにより求める。こうして得られたピークを示す周波数における値を、製品ごとの品質のばらつきや使用環境の違いに対する補正後の係数として決定する（ステップ56）。

【0023】そして、得られた係数をRAM35bの所定記憶場所に格納されている値と置き換え、以後のアクチュエータ制御のノッチフィルタ処理に用いる新たな係数として設定する（ステップ57）。

【0024】この実施例におけるゲイン調整演算器46の処理で使用される調整係数Kの決定手順は、図7に示す。まず、あるシリンダにヘッド2をオントラックさせる（ステップ61）、その後に制御装置35からサイン波を発生して（ステップ62）、オープンループ特性を見出すためのデータとしてポジション振幅を読み込ませ（ステップ63）、そのデータ読み込み周波数 $f$ が設定最高値 $F_{max}$ （図示例は $F_{max} = 10 \text{ kHz}$ ）に達したかチェックする（ステップ64）。

【0025】データ読み込み周波数 $f$ が設定最高値 $F_{max}$ に達していなければ、増加単位（図示例は $100 \text{ Hz}$ ）

をその周波数  $f$  に加算して新たなデータ読み周波数  $f$  とし（ステップ65）、ステップ62へ戻り、このデータ読みサイクルを設定最高値  $F_{\max}$  に達するまで繰り返す。データ読み周波数  $f$  が設定最高値  $F_{\max}$  に達すると、オープンループ特性のデータを基にしてゼロクロス周波数（ゲインの値が  $0\text{ dB}$  を示す周波数） $f_0$  を探し、設計目標ゼロクロス周波数  $f_d$  におけるオープンループ特性のデータより得られたゲインの値  $G_0$  が  $0\text{ dB}$  になるように、線形性を保証されない点を考慮して逐次的に値を修正して、調整係数  $K (= 1 + \Delta (G_0 - G_d) / G_d)$  を算出し、その値を製品ごとの品質のばらつきや使用環境の違いに対するPID制御関数全体の修正係数として決定する（ステップ66）。

【0026】そして、得られた調整係数  $K$  をRAM35bの所定記憶場所に格納されている値と置き換え、以後のアクチュエータ制御のゲイン調整処理に用いる新たな係数として設定する（ステップ67）。

【0027】このように構成した実施例においては、ホスト側から目標位置を設定され、アクチュエータ部31を目標に向かって駆動するものとするとき、アクチュエータ部31は図3のループによってフィードバック制御される。アクチュエータ制御系の制御装置35では、ホスト側からの目標位置と、アクチュエータ部31から自動利得制御回路32および位置検出回路33を介して現在位置や速度等の情報を受け取り、これらのデータをパラメータとしてPID制御の計算をし、アクチュエータ部31を駆動する信号を作り、アクチュエータ部31に設けられたVCMを動作させる。

【0028】PID制御に必要な諸係数の設定には、磁気ディスク装置が工場出荷される時などに、制御装置35から疑似信号を発生させてオープンループ特性を測定し、その測定値に基づきアクチュエータ特性の自動補正を実施して設定する。この自動補正時の係数設定では、図6に示す方法によってノッチフィルタ処理の係数  $a_0, a_1, a_2, b_1, b_2$  が決定され、続いて図7に示す方法によってゲイン調整処理の調整係数  $K$  が決定される。

【0029】ノッチフィルタ処理の係数  $a_0, a_1, a_2, b_1, b_2$  は、一例を示すと、サンプリング周波数が35マイクロ秒で、センター周波数（ピークを示す共振周波数  $f_p$ ）が6kHz、深さ（振幅の大きさ）30dBの共振振動を減衰させるフィルタを設定するものとする、自動補正後における係数の設定値は、次のようになる。

【0030】 $a_0 = 0.842851$

$a_1 = -0.416632$

$a_2 = 0.832587$

$b_1 = 0.416632$

$b_2 = -0.675433$

ゲイン調整処理の調整係数  $K$  は、オープンループ特性の

データを基にしてゼロクロス周波数  $f_0$  を探し、たとえば  $f_0 = 400\text{ Hz}$  であったとすると、設計目標ゼロクロス周波数（例えば500Hz）に合わせてオープンループ特性のデータから得られるゲインの値  $G$  のうち設計目標ゼロクロス周波数  $f_d$  と同じ周波数におけるゲインの値  $G_d$ （例えば $-0.01\text{ dB}$ ）を設計目標値  $G_d$ （ $0\text{ dB}$ ）になるように調整係数  $K$  の値を算出する。

【0031】こうして補正されると、オープンループ特性としては、図8に示すように、設計目標ゼロクロス周波数  $f_d$  で  $0\text{ dB}$  になるとともに、共振周波数域  $f_p$  で突出していたピークが減衰されて、滑らかなゲイン特性曲線が得られる。この図においては、破線表示で補正前の共振振動がある場合を、一点鎖線表示でノッチフィルタにより共振振動を減衰させるために生じさせた減衰特性線の場合を示す。

【0032】このように実施例では、制御装置35において入力された信号をローパスフィルタ41により設定された周波よりも低い周波数の信号のみ通過させ、ローパスフィルタ41を通過した信号についてノッチフィルタ42によって共振する周波における共振振幅を減衰させ、ノッチフィルタ42の出力信号に対して、位置比例演算器44、位置積分演算器43および位置微分演算器45の演算結果を用いて比例積分微分制御の制御信号を生成し、ゲイン調整演算器46が比例積分微分制御信号に調整係数  $K$  を掛けてゲイン調整できるようにしたことによって、制御時には製品毎の特性を個別に調整された補正済みのアクチュエータ制御信号を出力でき、制御範囲内においては共振がなくなり、制御信号のゲインを設定目標からずれないように改善できて、VCM31の動作を確実に正確に制御できる。これにより品質のばらつき、使用環境の違い等による変動に対して補正できる磁気ディスク装置が実現できる。

【0033】

【発明の効果】以上のように本発明では、アクチュエータ制御装置においては、デジタル制御手段24では、入力された信号をローパスフィルタ24aにより設定された周波よりも低い周波数の信号のみ通過させ、ローパスフィルタ24aを通過した信号についてノッチフィルタ24bによって共振する周波における共振振幅を減衰させ、ノッチフィルタ24bの出力信号に対して制御信号生成手段24cが演算を実行して制御信号を生成し、ゲイン調整手段24fが制御信号に調整係数  $K$  を掛けてゲイン調整させることができるようにしたことによって、制御時には製品毎の特性を個別に調整された補正済みのアクチュエータ制御信号を出力でき、制御範囲内においては共振域をなくすことができ、制御信号のゲインを設定目標からずれないように改善することができて、磁気ヘッド駆動手段21の動作を確実に正確に制御することができる。

【0034】また、アクチュエータ特性補正方法におい

ては、製品の完成時における製品毎の個別補正時に、磁気ヘッド駆動手段 21 をオントラックさせ、デジタル制御手段 24 によってサイン波を発生し、設定間隔で最大設定周波数までの制御信号におけるゲインのポジション振幅を読み込み、読み込まれたデータに基づきゲインのピーク値を算出して、そのピーク値が示す周波数におけるノッチフィルタ係数を計算し、その計算したノッチフィルタ係数を以後の制御信号の生成に使用する新しいノッチフィルタ係数として、ランダムアクセスメモリ 26 の内容を置き換え、制御時にノッチフィルタ 24b を通過する信号を用いて制御信号を生成させるようにしたことによって、制御範囲内には共振の発生を解消させたアクチュエータ制御信号を出力でき、磁気ヘッド駆動手段 21 の動作を確実に制御することができる。

【0035】さらにまた、アクチュエータ特性補正方法においては、読み込まれたデータに基づきゼロクロス周波数における調整係数  $K$  を計算し、計算された調整係数  $K$  でランダムアクセスメモリ 26 の内容を置き換え、制御時の制御信号の生成には新しい調整係数  $K$  を用いたゲイン調整をおこなうようにしたことによって、制御範囲

全域にわたってゲイン調整されたアクチュエータ制御信号を出力でき、制御時のゲインが設定目標からはずれることが防止できて、磁気ヘッド駆動手段 21 の動作を正確に制御することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明のアクチュエータ制御装置を示す原理構成図である。

【図 2】本発明によるアクチュエータ特性補正方法を示す流れ図である。

【図 3】実施例のアクチュエータ制御系ブロック図である。

【図 4】実施例の制御装置におけるアクチュエータ制御ブロック線図である。

【図 5】実施例のノッチフィルタにおけるサンプリングを示すグラフであって、(a) は入力信号を、(B) は出力信号を示す。

【図 6】実施例におけるノッチフィルタ係数決定処理を示す流れ図である。

【図 7】実施例における調整係数決定処理を示す流れ図である。

【図 8】実施例におけるオープンループ (ゲイン) 特性線図である。

【図 9】従来の磁気ディスク装置を示す部分破断平面図である。

【図 10】従来における VCM 制御部のブロック線図である。

【図 11】従来の調整部を示すブロック線図である。

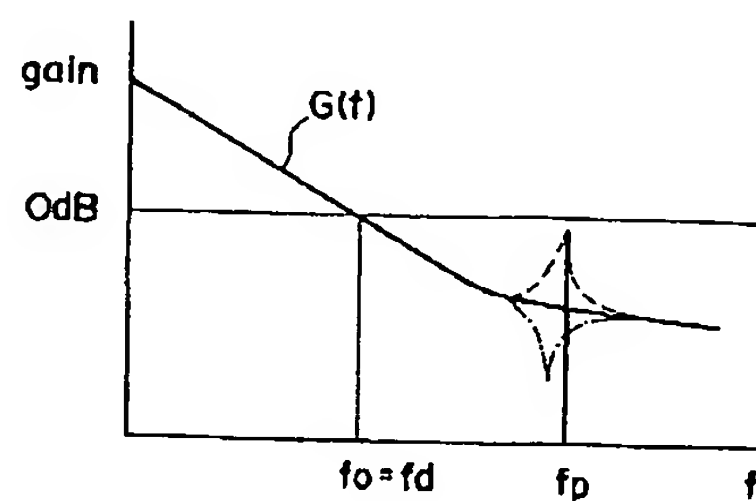
【図 12】従来の VCM におけるオープンループ (ゲイン) 特性線図である。

【符号の説明】

- |     |             |
|-----|-------------|
| 21  | 磁気ヘッド駆動手段   |
| 22  | 検出手段        |
| 23  | アナログデジタル変換器 |
| 24  | デジタル制御手段    |
| 24a | ローパスフィルタ    |
| 24b | ノッチフィルタ     |
| 24c | 制御信号生成手段    |
| 24d | ゲイン調整手段     |
| 25  | リードオンリメモリ   |
| 26  | ランダムアクセスメモリ |
| 27  | デジタルアナログ変換器 |
| 28  | 増幅器         |

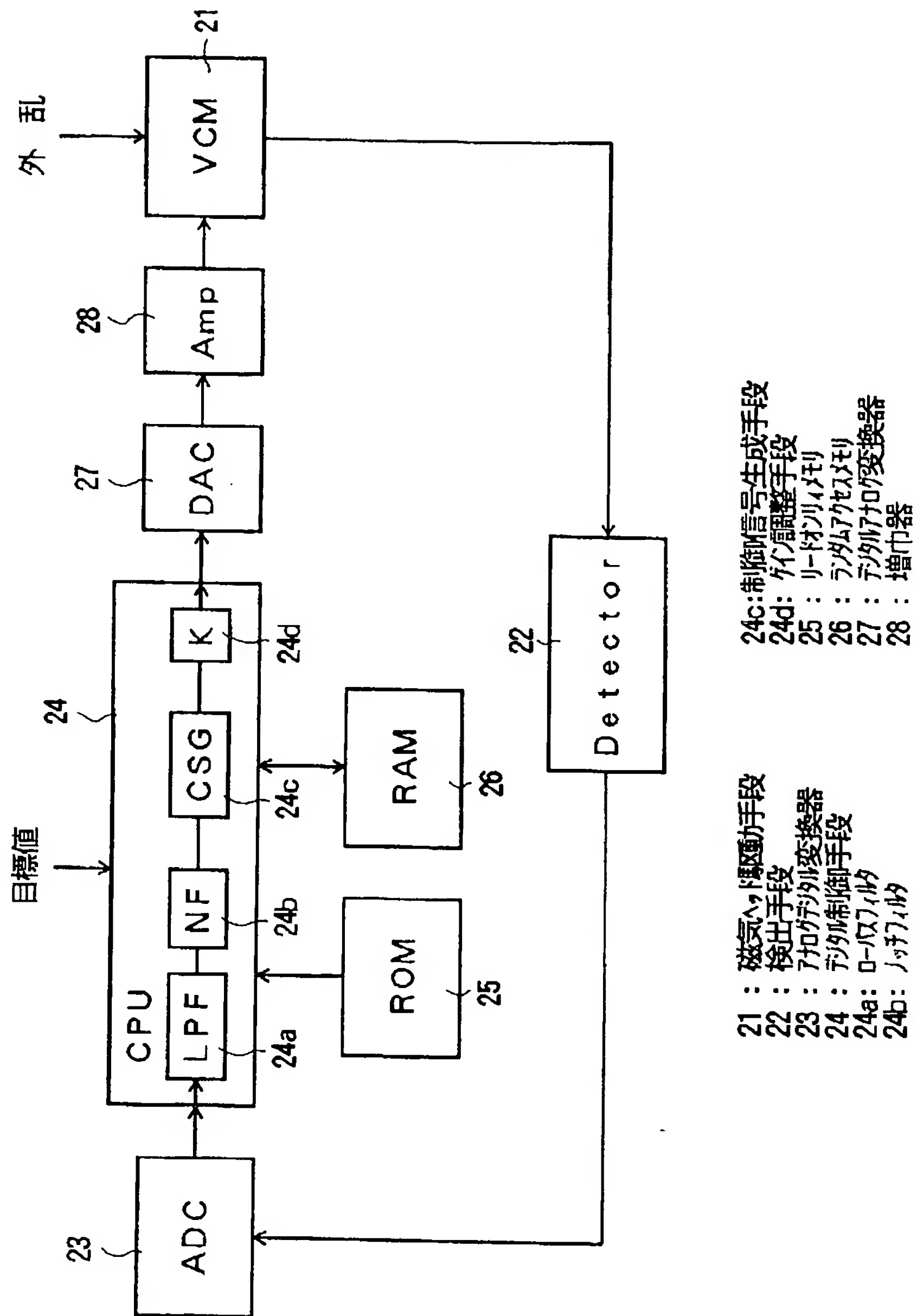
【図 8】

実施例におけるオープンループ (ゲイン) 特性線図



【図1】

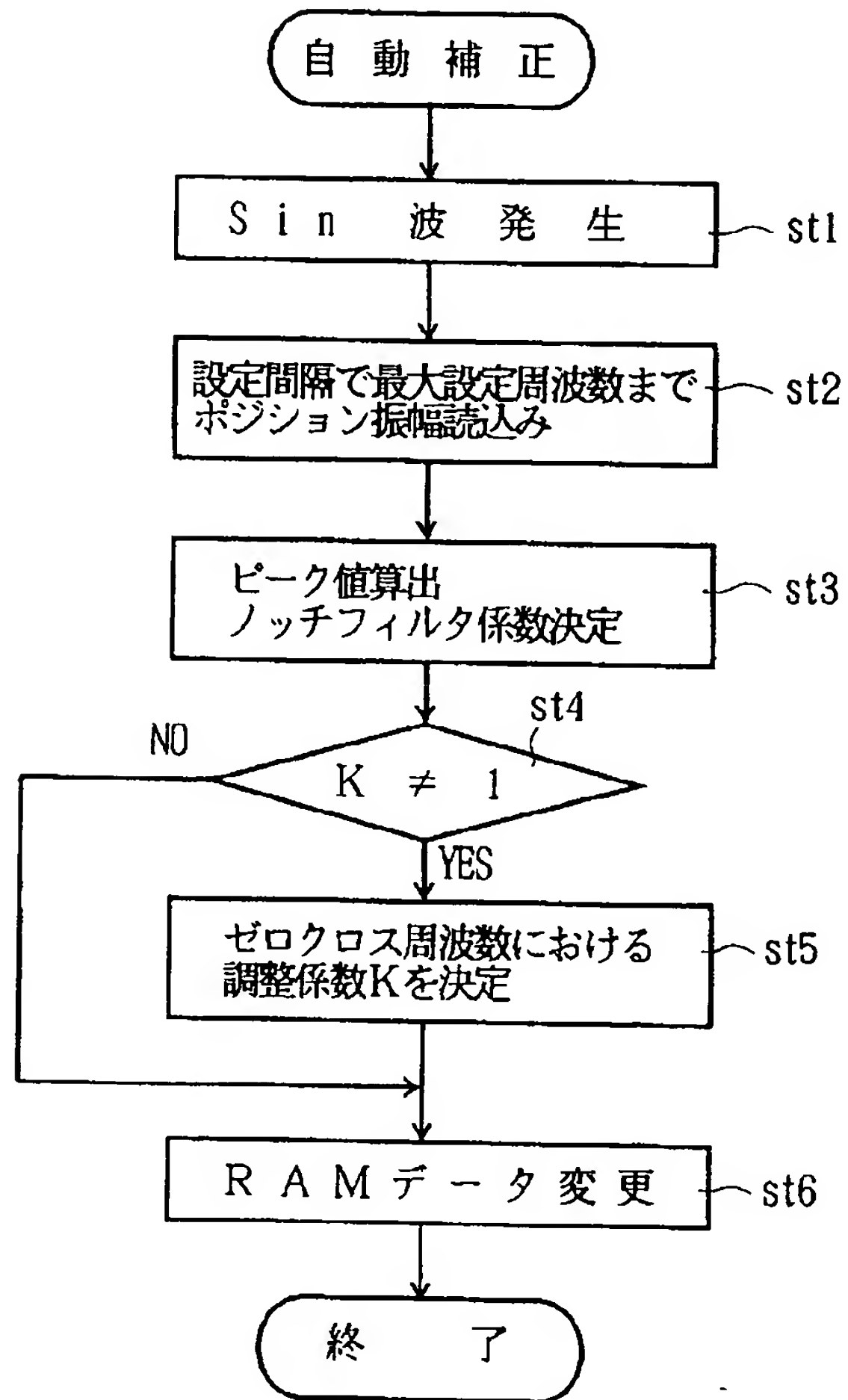
本発明によるアクチュエータ制御装置を示す原理構成図





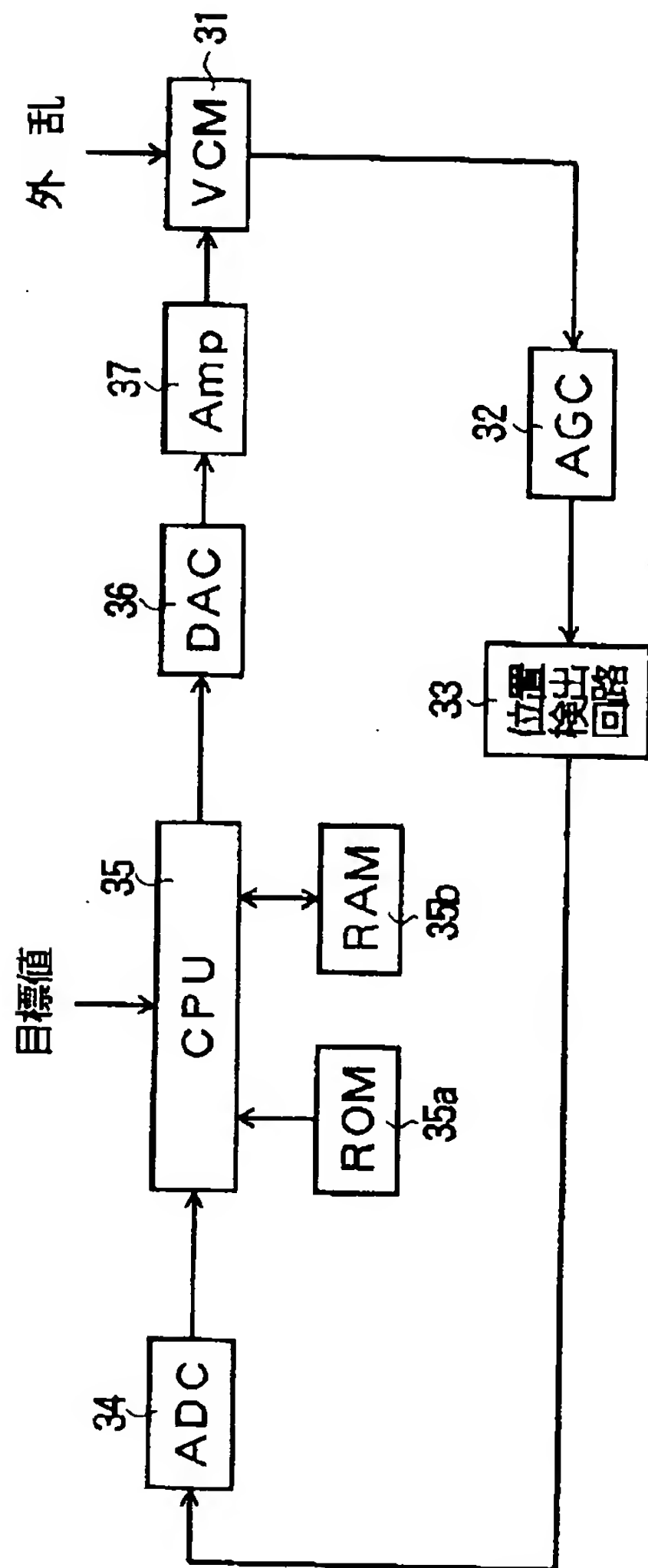
【図 2】

本発明によるアクチュエータ特性補正方法を示す流れ図



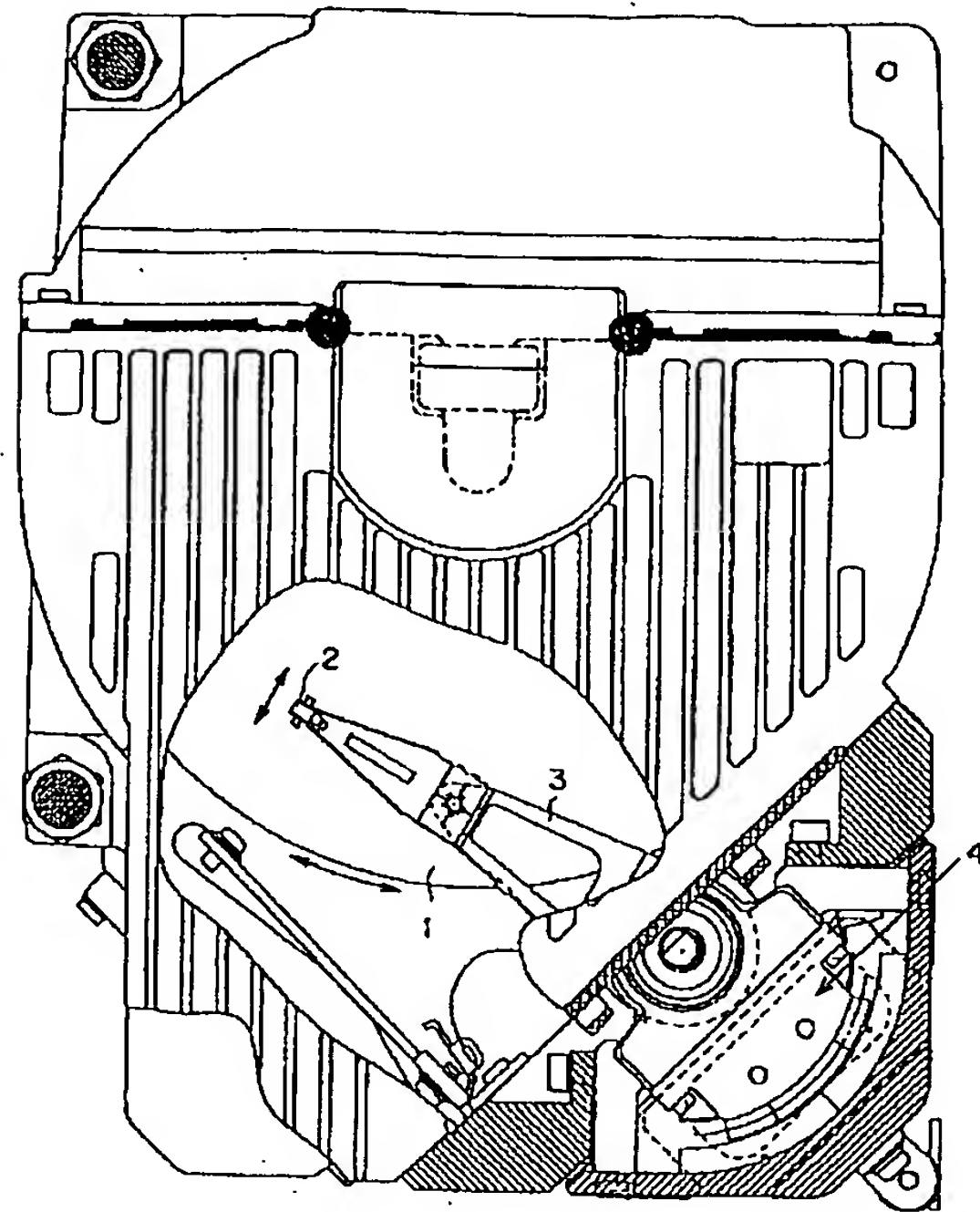
【図3】

実施例のアクチュエータ制御系ブロック図



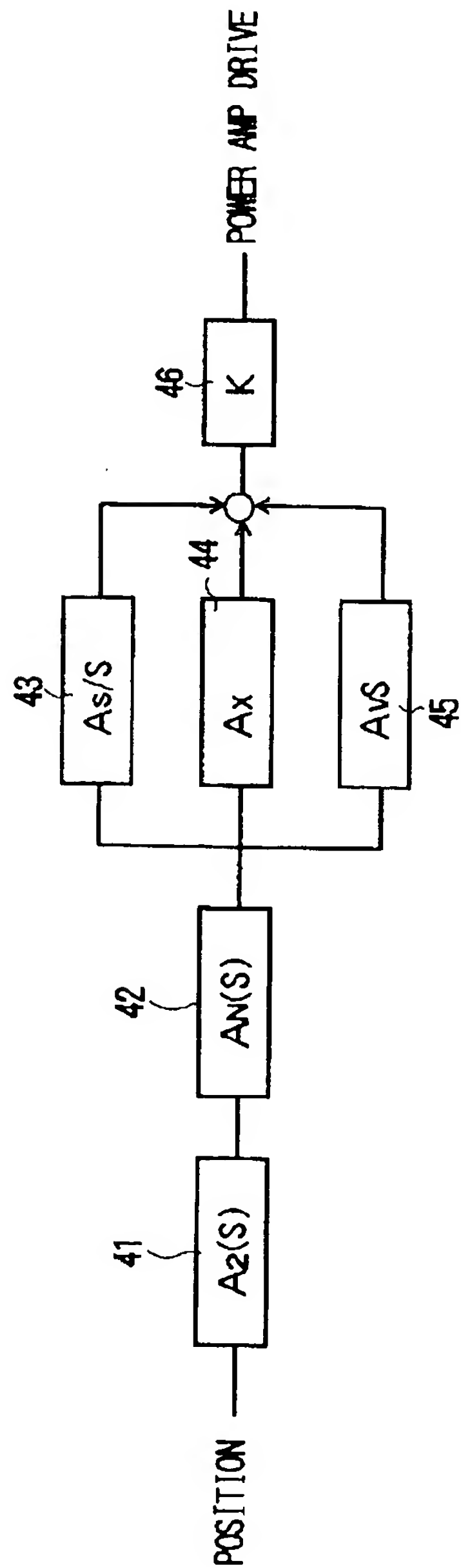
【図9】

従来の磁気ディスク装置を示す部分破断平面図



【図 4】

実施例の制御装置におけるアクチュエータ制御ブロック線図

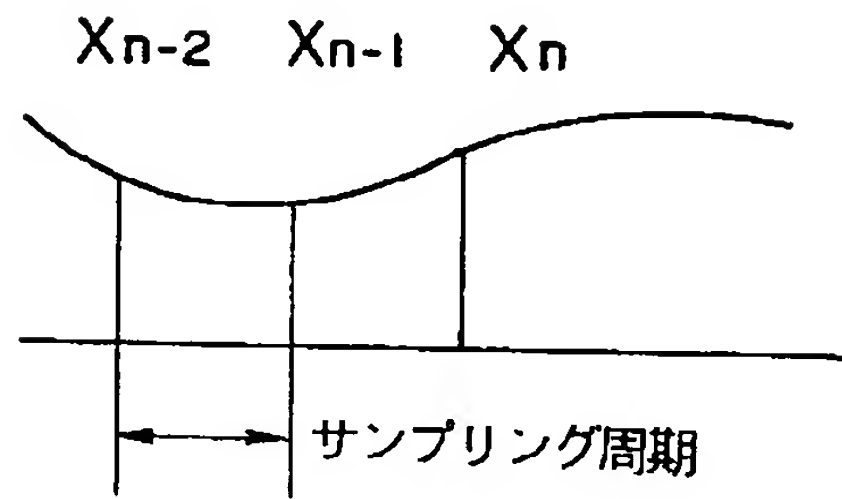


K : 定数

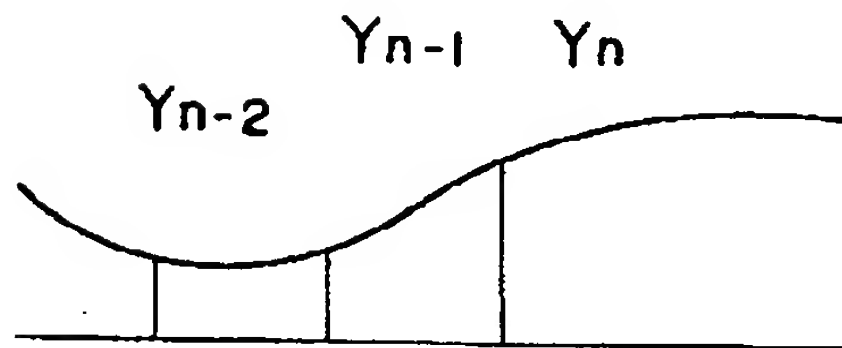
【図 5】

実施例のノッチフィルタにおけるサンプリングを示すグラフ

(a) 入力信号



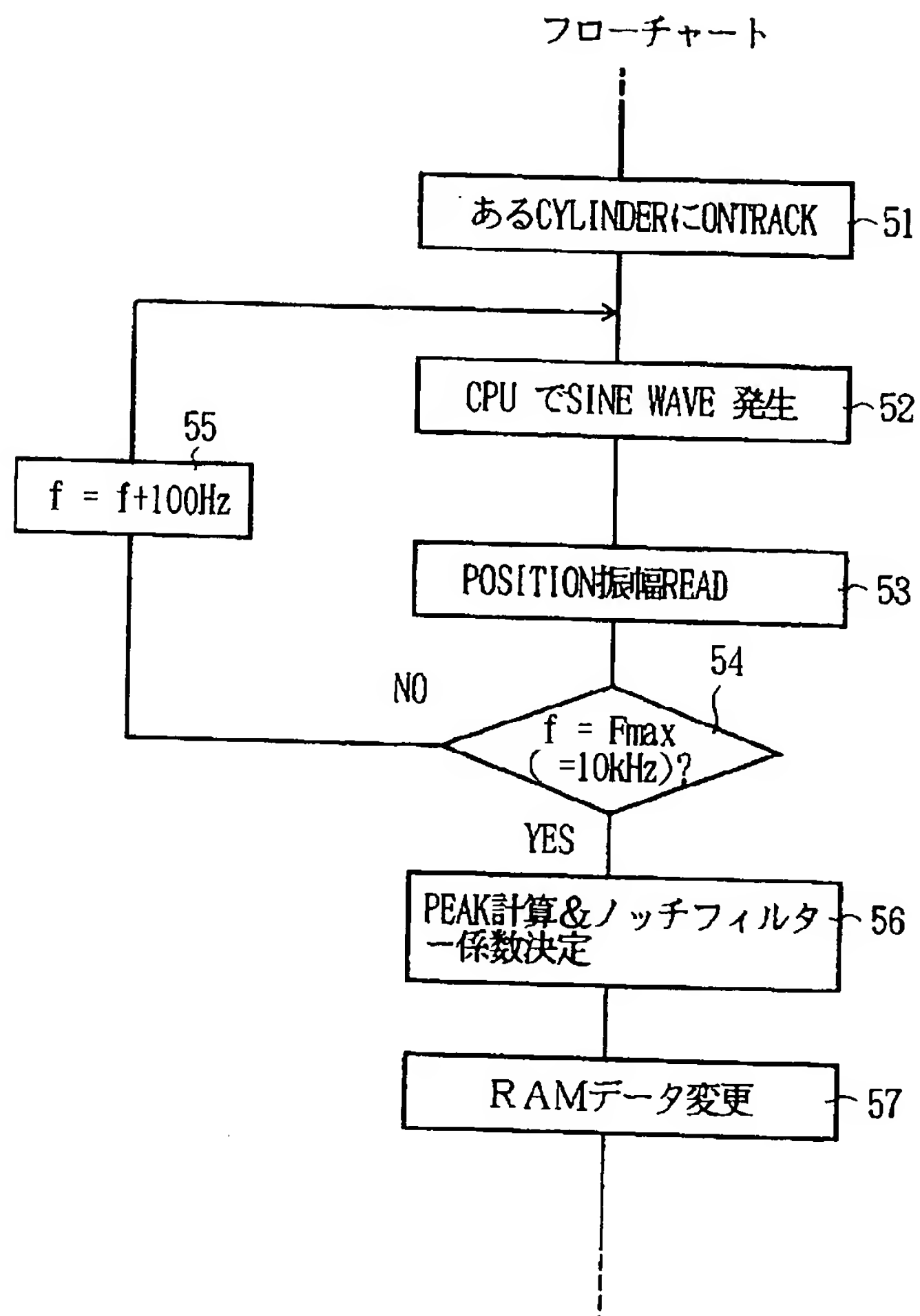
(b) 出力信号





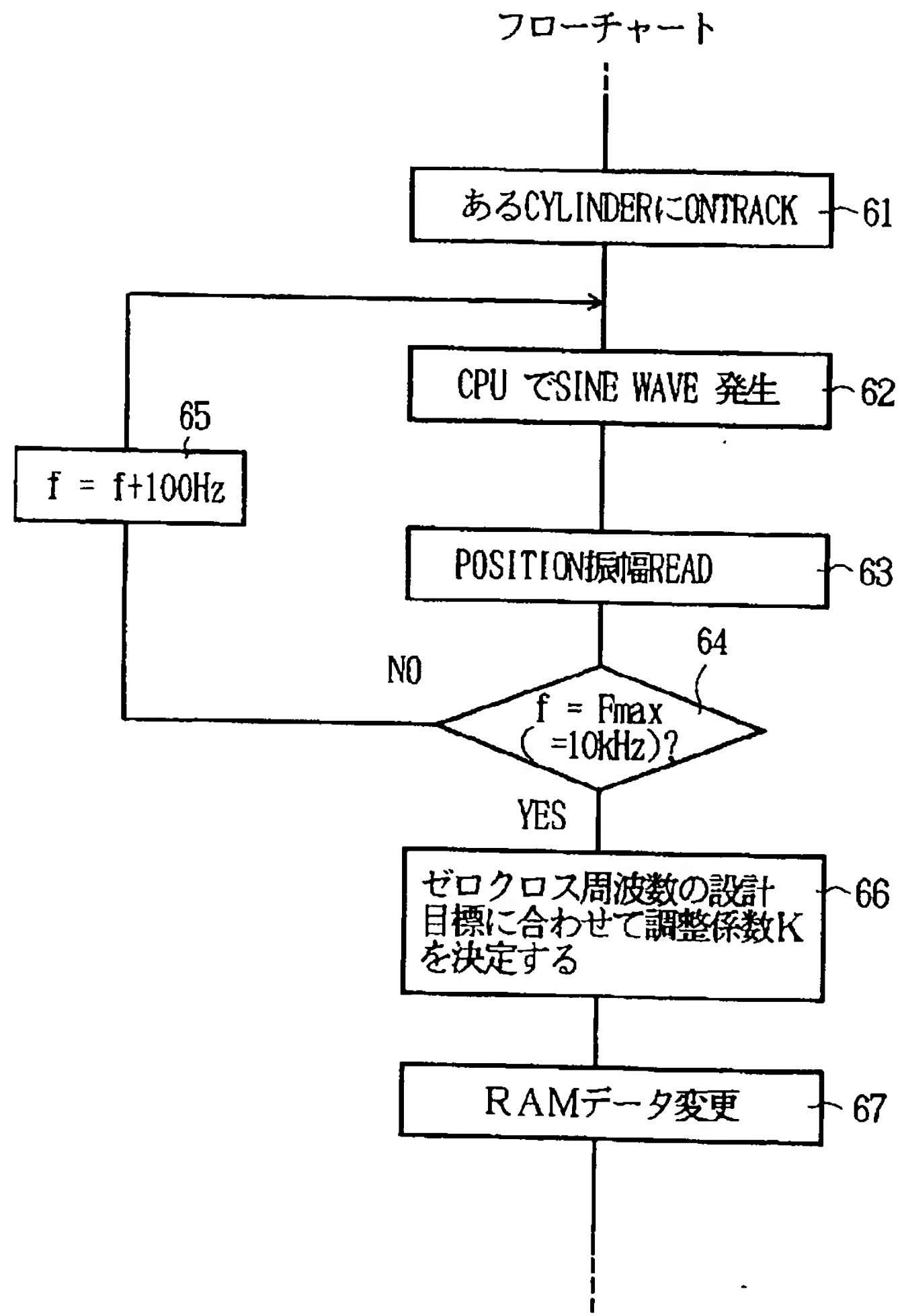
【図6】

実施例におけるノッチフィルタ係数決定を示す図



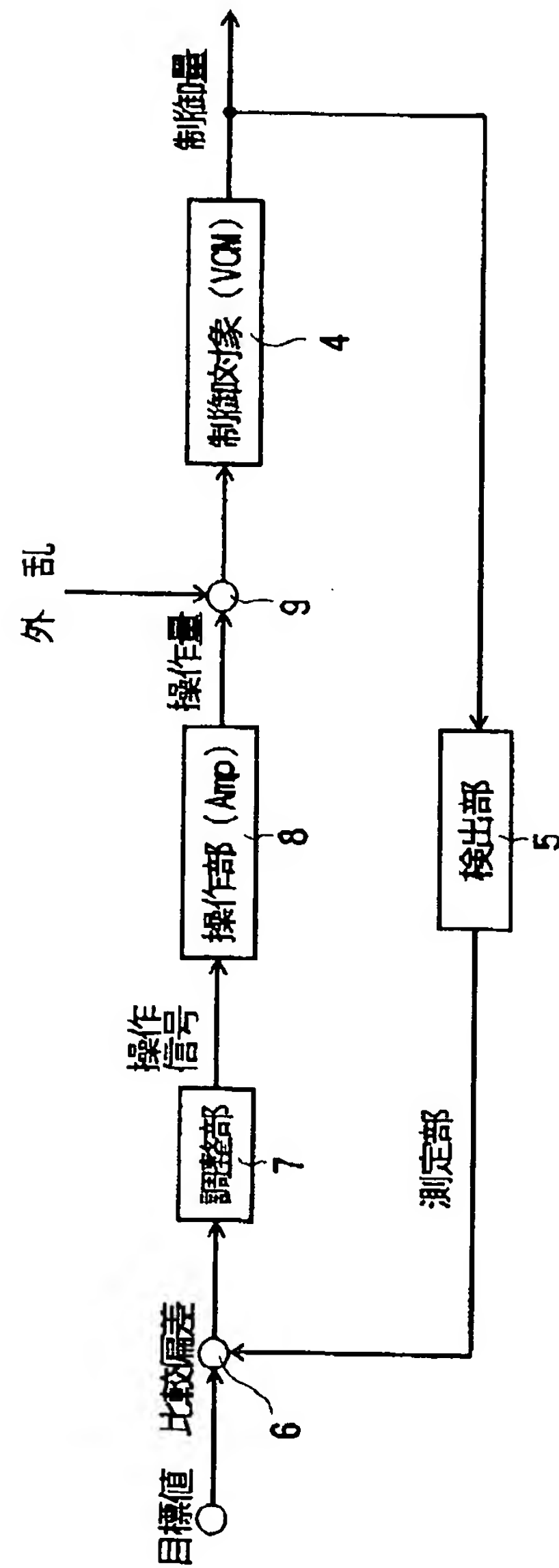
【図7】

実施例における調整係数決定処理を示す流れ図



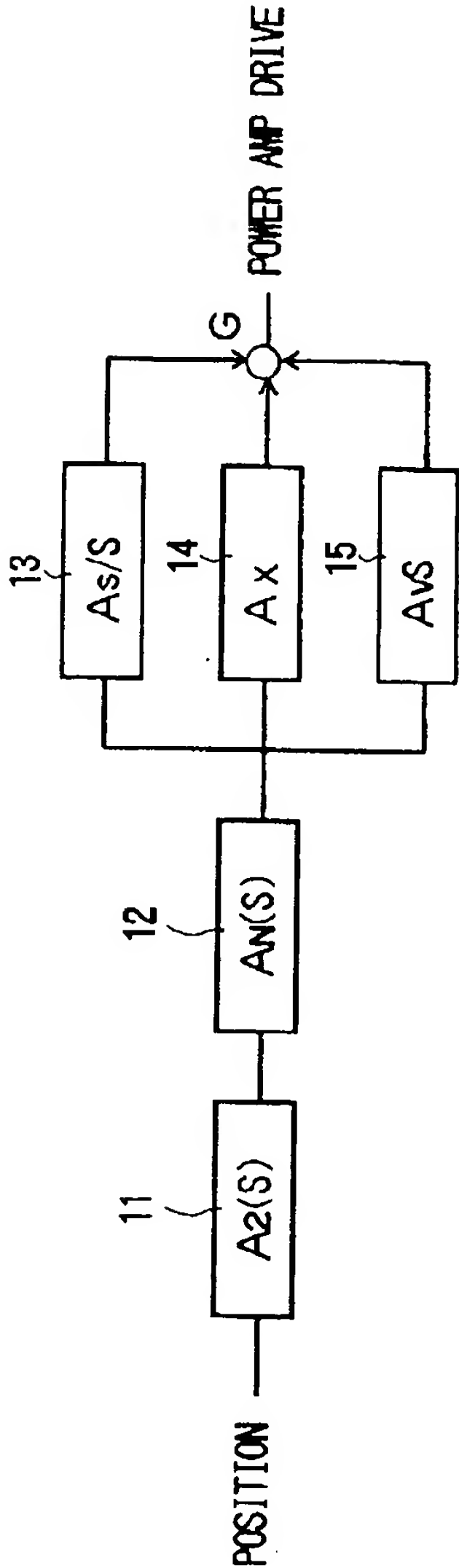
【図10】

従来におけるVCM制御部のブロック線図



【図 1 1】

従来の調整部を示すブロック図



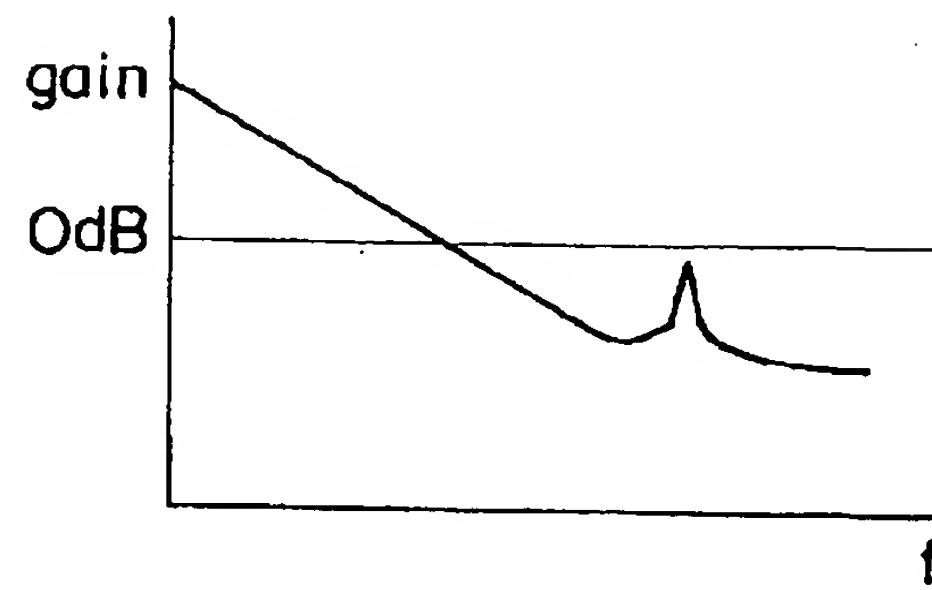
$$G = A \times + A_s/S + A_vS$$
$$= 1 + \frac{1}{\tau_i S} + \tau_d S$$

- $A_2(S)$  : 2 次 の 0 - 1 次 の フィルタ
- $A_N(S)$  : 2 次 の 1 - 1 次 の フィルタ
- $A_s/S$  : 位置積分
- $A \times$  : 位置比例
- $A_vS$  : 位置微分



【図 12】

従来のVCMにおけるオープンループ（ゲイン）特性線図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**